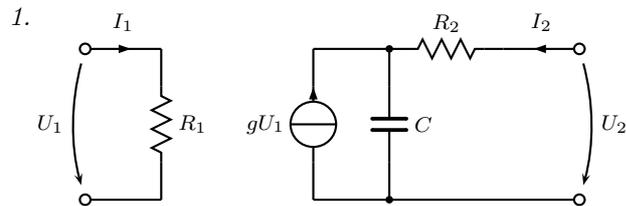
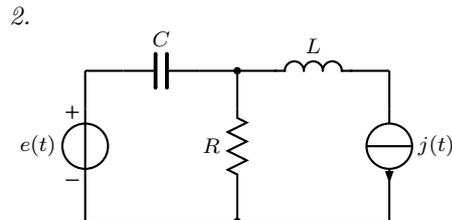


Vastaa KOLMEEN tehtävään.

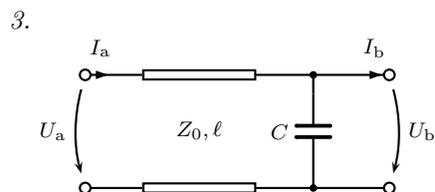


Laske oikeisen kaksiportin z -parametrit.



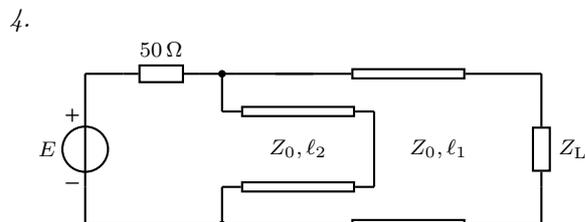
Oheisessa piirissä vaikuttavat lähteet $e(t) = \hat{e} \sin(\omega_1 t + \phi_1)$ ja $j(t) = \hat{j} \sin(\omega_2 t + \phi_2)$. Laske vastuksessa R kuluva teho.

$$\begin{aligned} \hat{e} &= 100 \text{ V} & \hat{j} &= 1 \text{ A} & \omega_1 &= 9000 \text{ rad/s} \\ \omega_2 &= 11000 \text{ rad/s} & \phi_1 &= 30^\circ & \phi_2 &= 60^\circ \\ C &= 10 \mu\text{F} & L &= 1 \text{ mH} & R &= 10 \Omega. \end{aligned}$$



- Määritä koko systeemin ketjuparametrit. Siirtojohto on häviötön.
- Mikä on a-portista näkyvä impedanssi Z_{in} , kun johdon pituus $\ell = \lambda/8$, $Z_0 = 50 \Omega$ ja $\omega C = 0,1 \text{ S}$.

$$\underline{\underline{K}} = \begin{bmatrix} \cos \theta & jZ_0 \sin \theta \\ jY_0 \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}$$

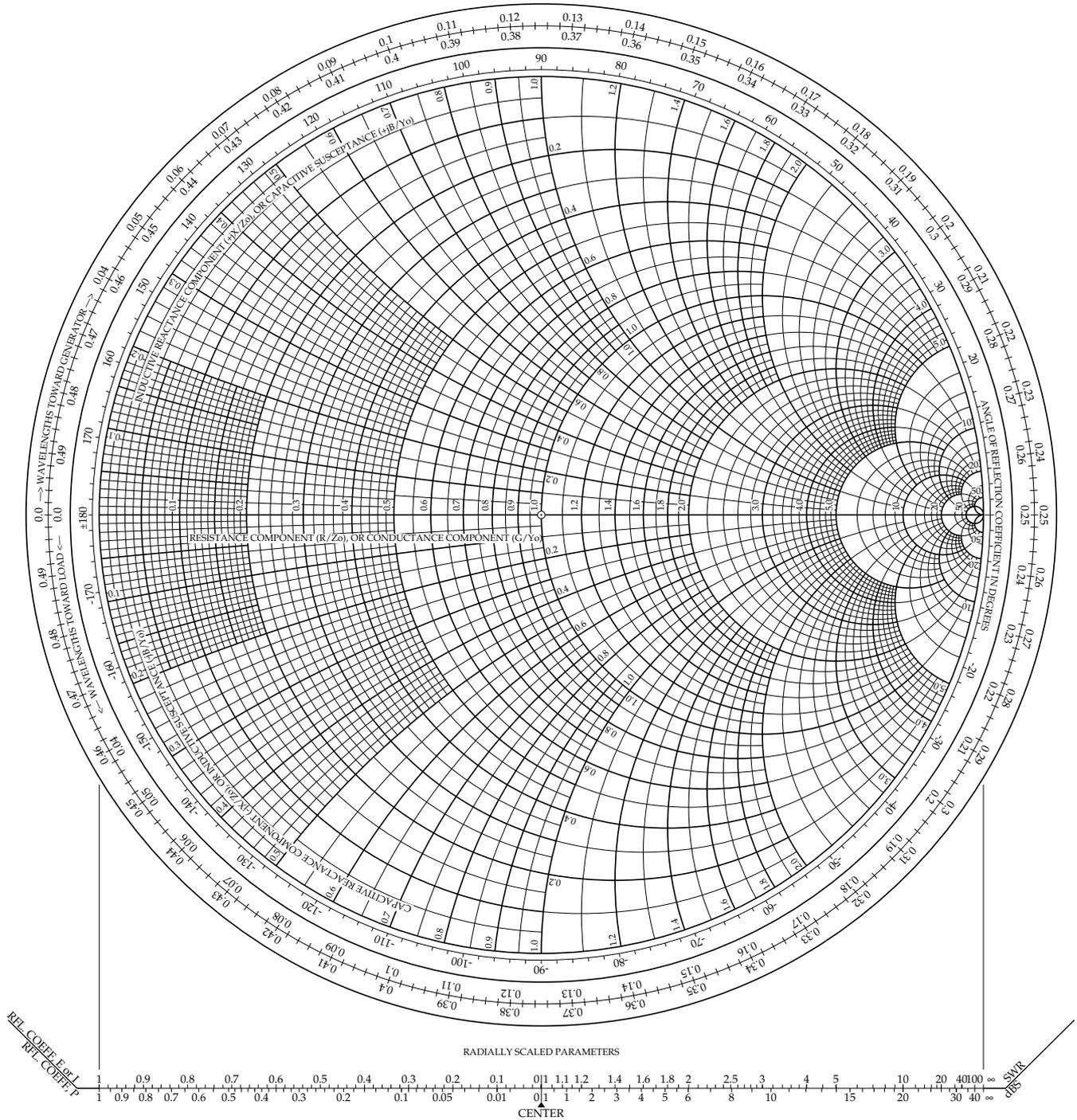


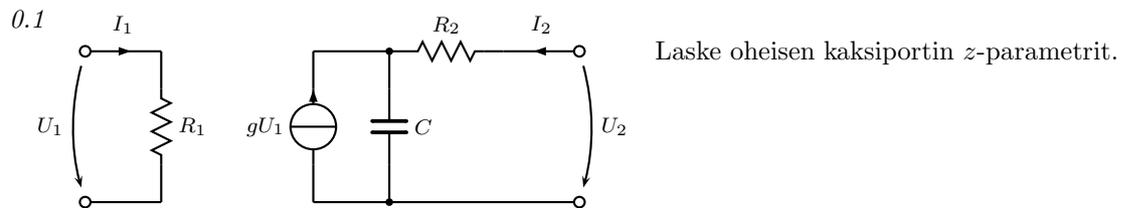
Antenni ($Z_L = (60 + j40) \Omega$) halutaan sovittaa kuvan mukaisesti lähettimeen, jonka ulostuloimpedanssi on 50Ω . Sovitukseen käytettävien häviöttömien siirtojohtojen ominaisimpedanssi on $Z_0 = 50 \Omega$. Määritä sovituspätkän pituus ℓ_2 ja etäisyys kuormasta ℓ_1 . Käytä Smithin karttaa.

Jos käytit Smithin karttaa, palauta se osana vastaustasi.

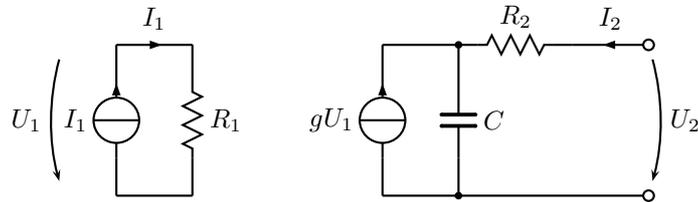
Elektroniikan ja nanotekniikan laitos

Aalto ELEC





Kytetään porttiin 1 virtalähde I_1 ja jätetään portti 2 auki:



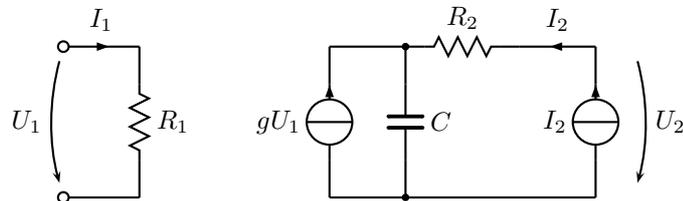
$$z_{11} = \left. \frac{U_1}{I_1} \right|_{I_2=0} = R_1$$

Koska $I_2 = 0$, on resistanssin R_2 jännite nolla. Tällöin

$$U_2 = gU_1 \frac{1}{sC} = gR_1 I_1 \frac{1}{sC}$$

$$z_{21} = \left. \frac{U_2}{I_1} \right|_{I_2=0} = \frac{gR_1}{sC}$$

Kytetään porttiin 2 virtalähde I_2 ja jätetään portti 1 auki:

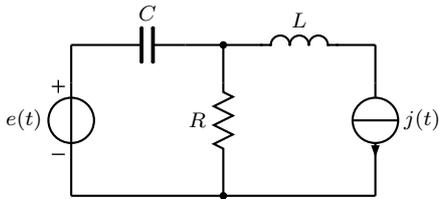


$$z_{12} = \left. \frac{U_1}{I_2} \right|_{I_1=0} = 0.$$

Koska $I_1 = 0$, on myös $U_1 = 0$ ja $gU_1 = 0$.

$$z_{22} = \left. \frac{U_2}{I_2} \right|_{I_1=0} = R_2 + \frac{1}{sC}$$

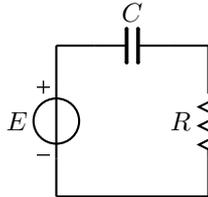
0.2



Oheisessa piirissä vaikuttavat lähteet $e(t) = \hat{e} \sin(\omega_1 t + \phi_1)$ ja $j(t) = \hat{j} \sin(\omega_2 t + \phi_2)$. Laske vastuksessa R kuluva teho.

$$\begin{aligned} \hat{e} &= 100 \text{ V} & \hat{j} &= 1 \text{ A} & \omega_1 &= 9000 \text{ rad/s} \\ \omega_2 &= 11000 \text{ rad/s} & \phi_1 &= 30^\circ & \phi_2 &= 60^\circ \\ C &= 10 \mu\text{F} & L &= 1 \text{ mH} & R &= 10 \Omega. \end{aligned}$$

Lähteet ovat eri taajuuksilla, joten niiden vaikutus on laskettava erikseen. Tarkastellaan ensin piiriä taajuudella ω_1 .



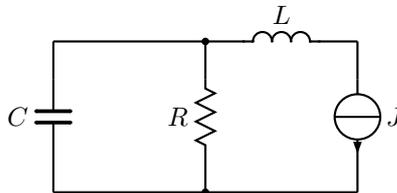
$$E = \frac{100}{\sqrt{2}} / 30^\circ$$

Vastuksen läpi kulkeva virta:

$$I_{R1} = \frac{E}{R + \frac{1}{j\omega_1 C}} = \frac{j\omega_1 C E}{1 + j\omega_1 C R} = \frac{\frac{9}{\sqrt{2}} / 120^\circ}{1 + j0,9} = 4,73 / 78,01^\circ \text{ A.}$$

$$P_{R1} = \Re \{UI^*\} = R|I|^2 = 223,76 \text{ W.}$$

Lasketaan sitten virtalähteen vaikutus eli käsitellään taajuus ω_2 .



$$J = \frac{1}{\sqrt{2}} / 60^\circ$$

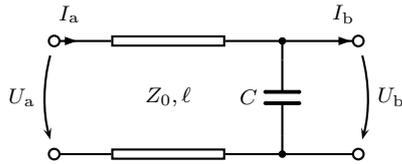
Vastuksen läpi kulkeva virta saadaan virranjakosäännöllä:

$$I_{R2} = \frac{\frac{1}{j\omega_2 C}}{R + \frac{1}{j\omega_2 C}} J = \frac{J}{1 + j\omega_2 C R} = \frac{\frac{1}{\sqrt{2}} / 60^\circ}{1 + j1,1} = 0,476 / 12,27^\circ \text{ A.}$$

$$P_{R2} = R|I|^2 = 2,26 \text{ W.}$$

Kokonaisteho $P_R = P_{R1} + P_{R2} = 226 \text{ W.}$

0.3



a) Määritä koko systeemin ketjuparametrit. Siirtojohto on häviötön.

b) Mikä on a-portista näkyvä impedanssi Z_{in} , kun johdon pituus $\ell = \lambda/8$, $Z_0 = 50 \Omega$ ja $\omega C = 0,1 \text{ S}$.

$$\underline{K} = \begin{bmatrix} \cos \theta & jZ_0 \sin \theta \\ jY_0 \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}$$

a) Koko systeemin ketjuparametrit saadaan kertomalla siirtojohdon ja rinnakkaiskapasitanssin ketjumatriisit:

$$\begin{bmatrix} \cos \theta & jZ_0 \sin \theta \\ jY_0 \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j\omega C & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta - Z_0 \sin \theta \omega C & jZ_0 \sin \theta \\ jY_0 \sin \theta + \cos \theta j\omega C & \cos \theta \end{bmatrix}$$

b) Siirtojohdon sähköinen pituus on

$$\theta = \beta \ell = \frac{2\pi}{\lambda} \ell = \frac{\pi}{4}$$

eli näin ollen

$$\cos \theta = \sin \theta = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

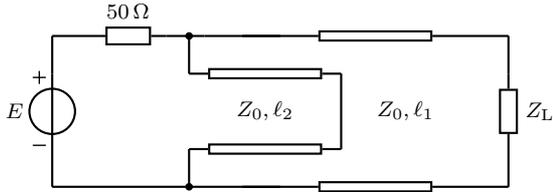
Ratkaistaan impedanssi ketjumatriisista

$$\begin{bmatrix} U_a \\ I_a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \theta - Z_0 \sin \theta \omega C & jZ_0 \sin \theta \\ jY_0 \sin \theta + \cos \theta j\omega C & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_b \\ I_b \end{bmatrix}$$

jakamalla jännite U_a virralla I_a :

$$\begin{aligned} Z_{in} &= \frac{U_a}{I_a} = \frac{(\cos \theta + jZ_0 \sin \theta j\omega C)Z_L + jZ_0 \sin \theta}{(jY_0 \sin \theta + \cos \theta j\omega C)Z_L + \cos \theta} = \frac{(1 + jZ_0 j\omega C)Z_L + jZ_0}{(jY_0 + j\omega C)Z_L + 1} = \frac{1 + jZ_0 j\omega C}{jY_0 + j\omega C} \\ &= \frac{1 - 5}{j0,02 + j0,1} \Omega = j33,33 \Omega \end{aligned}$$

0.4



Antenni ($Z_L = (60 + j40)\Omega$) halutaan sovittaa kuvan mukaisesti lähettimeen, jonka ulostuloimpedanssi on 50Ω . Sovitukseen käytettävien häviöttömien siirtojohtojen ominaisimpedanssi on $Z_0 = 50\Omega$. Määritä sovituspätkän pituus ℓ_2 ja etäisyys kuormasta ℓ_1 . Käytä Smithin karttaa.

Normalisoidaan kuormaimpedanssi ja merkitään Smithin kartalle:

$$z_L = \frac{Z_L}{Z_0} = \frac{(60 + j40)\Omega}{50\Omega} = 1,2 + j0,8$$

Koska sovitusta tehdään rinnakkaisstubilla, käytetään impedanssien sijasta admittansseja. Peilataan impedanssi admittanssiksi y_L .

Siirrytään generaattoriin päin, kunnes päästään pisteeseen, jossa $\Re\{y\} = 1,0$. Sovituspätkän etäisyydeksi kuormasta saadaan $s_1 = 0,078\lambda + 0,154\lambda = 0,232\lambda$. Tässä pisteessä johdosta näkyvä normalisoitu admittanssi on $1 + j0,75$

Koska admittanssin imaginaariosa on tarkoitus kumota rinnakkaisstubilla, stubin normalisoidun admittanssin on oltava $-j0,75$.

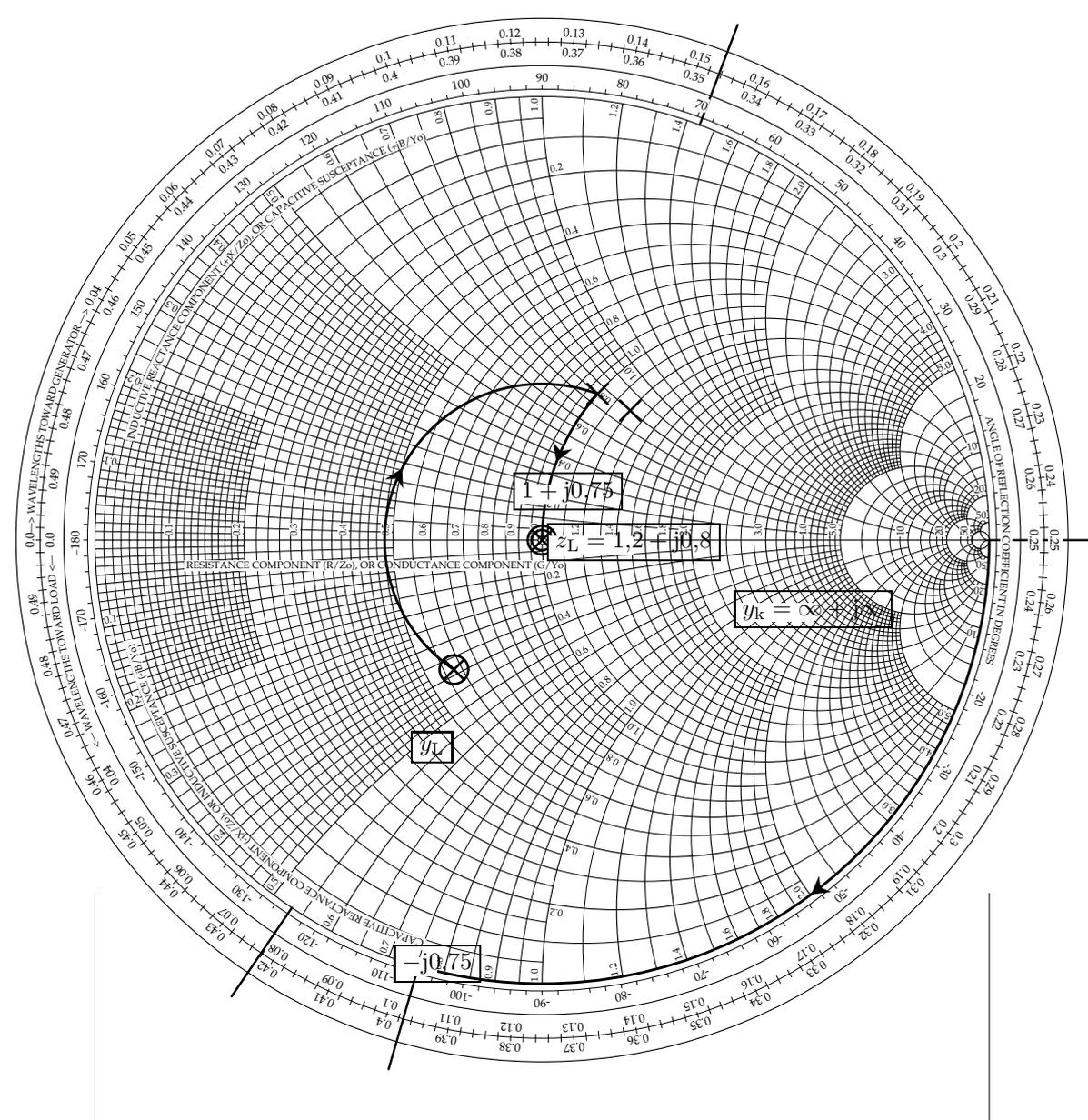
Oikosulkua vastaavasta admittanssista y_k siirrytään generaattoriin päin, kunnes päästään pisteeseen, jossa $\Im\{y\} = -0,75$. Stubin pituudeksi saadaan: $s_2 = 0,25\lambda - 0,103\lambda = 0,147\lambda$.

Toinen vaihtoehto: Siirrytään normalisoidusta kuorma-admittanssista y_L matka $s_1 = 0,078\lambda + 0,346\lambda = 0,424\lambda$ generaattoriin päin ja tullaan pisteeseen $y = 1 - j0,75$.

Koska admittanssin imaginaariosa on tarkoitus kumota rinnakkaisstubilla, stubin normalisoidun admittanssin on oltava $+j0,75$.

Oikosulkua vastaavasta admittanssista y_k siirrytään generaattoriin päin, kunnes päästään pisteeseen, jossa $\Im\{y\} = 0,75$. Stubin pituudeksi saadaan: $s_2 = 0,25\lambda + 0,103\lambda = 0,353\lambda$.

Koska täysi kierros Smith'in diagrammilla vastaa matkaa $\lambda/2$, voidaan näihin matkoihin lisätä mielivaltaisen määrä $\lambda/2$:n monikertoja.



RESISTANCE COMPONENT (R/Z_0), OR CONDUCTANCE COMPONENT (G/Y_0)

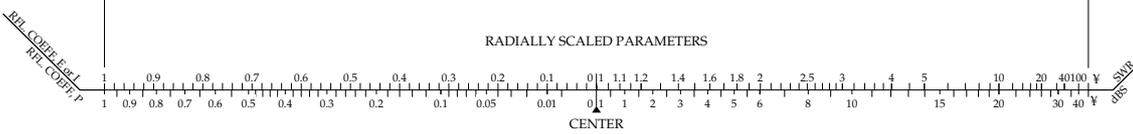
$$z_L = 1.2 + j0.8$$

$$y_k = \infty$$

$$Y_L$$

$$j0.75$$

RADIALLY SCALED PARAMETERS



CENTER

